

Системный анализ компьютерного тестирования знаний студентов

А. С. Михалев,

доктор технических наук, профессор
Республиканского института высшей школы

Docendo discimus!

(лат. «Обучая обучайся сам»)

Национальные образовательные системы, обслуживая насущные проблемы общественного и научно-технического прогресса в своих странах для самосовершенствования используют достижения гуманитарных, естественных и технических наук.

При этом в эволюции образовательных систем вне зависимости от их национальной принадлежности можно выделить следующие организационные формы:

- «индивидуальный» способ обучения (ИСО). Будучи единственным в эпоху ручного труда, он господствовал в течение многих тысячелетий и существует в настоящее время в виде индивидуальных консультаций, репетиторства, экзаменов;

- «групповой» способ обучения (ГСО). Начав развиваться с появлением первых университетов, в эпоху механизации к началу XIX в. ГСО стал господствующим, поскольку только он мог обеспечить все возрастающие потребности в массовой подготовке специалистов. Вся мощь дидактики, педагогической науки, психологии, технических средств обучения с тех пор была направлена на совершенствование ГСО. Тем не менее с середины XX в. с началом эпохи автоматизации в мировой обра-

зовательной системе происходят серьезные кризисные процессы [1; 2].

С появлением и стремительным развитием компьютерной техники Мировая образовательная система незамедлительно воспользовалась этим третьим (после письменности и книгопечатания) эпохальным изобретением для преодоления указанных кризисных явлений.

Ниже предпринята попытка системного осмысления компьютерного тестирования знаний с позиций дидактической эвристики, системного анализа [3] и личностно ориентированного, компетентностного подходов к обучению [4; 5]. Однако прежде представляется целесообразным сформулировать те противоречия ГСО, которые могут быть устранены путем компьютеризации процедур педагогической квалиметрии.

Квалиметрические противоречия ГСО. Воспользуемся для этого кибернетической моделью инновационного совершенствования систем образования на рис. 1 [6]. В этой модели блок «Целевые функции образовательного учреждения» конкретизированы математической знание-деятельностной моделью идеального выпускника [5, с. 5–12]. При этом знаниевая компетенция Z_i представляет собой максимально возможную оценку степени усвоения специалистом i -й прослушанной дисциплины, а Z – максимально возможную оценку всех n дисциплин по учебному плану, т. е. знаниевую компетентность. Аналогично этому D_j представляет собой оценку j -й деятельностной компетенции выпускника, а D – усредненную оценку всех m его компетенций, т. е. деятельностную компетентность. Вполне очевидно, что модель обучающегося должна быть по своей архитек-

туре и параметрам аналогична математической знание-деятельностной модели выпускника уже хотя бы потому, что выпускник – это тот же обучающийся, но на «выходе» учреждения образования. Параметры модели обучающегося, т. е. компетенции Z_i и D_j , периодически в темпе текущих и рубежных форм контроля знаниевых и деятельностных компетенций измеряются в блоке «Измерение компетенций обучающегося» в цепях обратных связей. Результаты этих измерений поступают

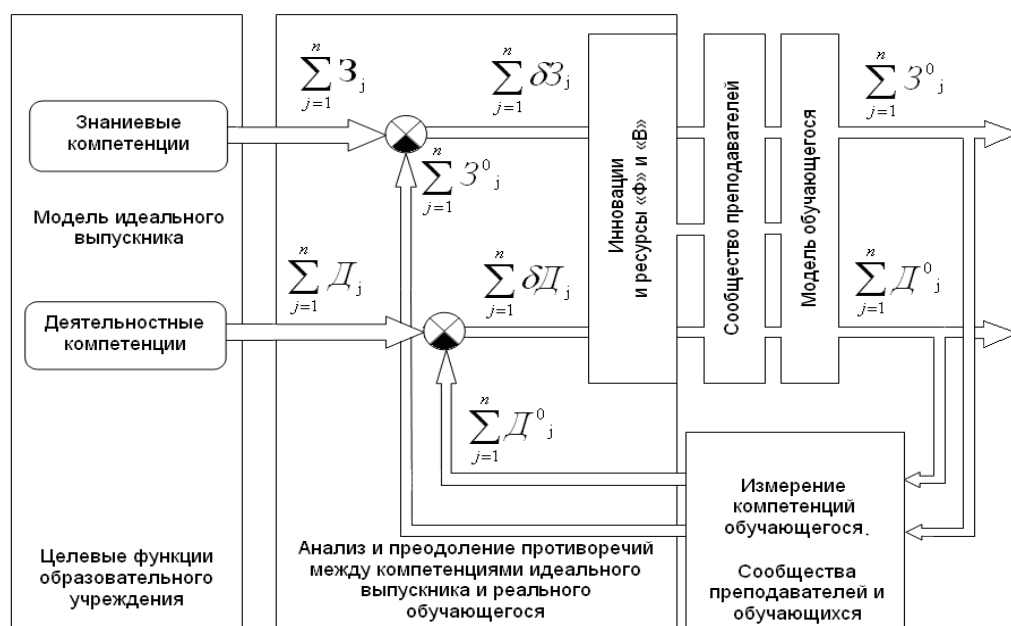


Рис. 1. Кибернетическая модель инновационного совершенствования образовательных систем

на вторые входы элементов сравнения в блоке «Анализ и преодоление противоречий» (рассогласований) между компетенциями моделей идеального выпускника и реального обучающегося.

Рассогласования между желаемыми и фактическими результатами обучения используются преподавателями для таких корректировок управляющих воздействий, которые устраняют их или уменьшают. Эти корректировки могут находиться как в рамках известных образовательных приемов и систем, так и выходить за них, т. е. быть новшествами, а после внедрения в педагогическую практику – инновациями.

По характеру управляющих воздействий и структуре образовательные учреждения являются многоконтурными, многомерными, дискретно-непрерывными системами программного управления. Традиционно «Учебный план» как управляющая программа последовательно во времени задается в виде семестровых наборов дисциплин (желаемых знаниевых компетенций), так что структура системы и ее параметры являются переменными, однако законы их изменения заранее известны. Аналогично этому каждая учебная дисциплина излагается также равномерно по семестру в соответствии с рабочей «Учебной программой» и расписанием занятий. Контроль знаний осуществляется в конце семестров в виде зачетов и экзаменов, сгруппированных в экзаменационные сессии. Анализируя традиционную организацию обучения с позиций теории систем массового обслуживания, нетрудно увидеть следующие ее квалиметрические противоречия:

1. Противоречие между высокой производительностью педагогического труда у преподавателя-лектора и низкой у преподавателя-экзаменатора (противоречие «производительности»).

Оценивая это противоречие количественно, найдем объем Q знаний, формируемых преподавателем-лектором в группе (потоке) из N студентов, усредненный темп усвоения знаний (ТУЗ) которых равен $V_{\text{сп}}$, за время T_d изучения дисциплины по учебному плану:

$$Q = T_d \times V_{\text{сп}} \times N. \quad (1)$$

Из (1) очевидно, что производительность труда преподавателя-лектора в N раз выше (т. е. в десятки, сотни и даже тысячи раз при дистанционном обучении) таковой в индивидуальном способе обучения при $N = 1$. Именно это обстоятельство обеспечивает высокую экономическую эффективность и массовость в подготовке специалистов, а следовательно, и доминирующее положение ГСО в Мировой образовательной системе.

Определим далее время T_3 , необходимое для экзамена при традиционной его организации, когда преподаватель поочередно экзаменует со скоростью V_3 каждого из N студентов:

$$T_3 = \frac{Q}{V_3} = T_d \times N \times \frac{V_{\text{сп}}}{V_3}. \quad (2)$$

При $N = 1$, т. е. в ИСО, время T_3 определяется соотношением $V_{\text{сп}}$ и V_3 и соизмеримо (!) со временем T_d изучения дисциплины. В ГСО при значительной величине N такие временные затраты на квалиметрию совершенно не реальны, поэтому контроль знаний на экзаменах может быть осуществлен только выборочно. Репрезентативность R (представительность) выборки вопросов, предъявляемых каждому студенту, можно оценить как отношение

$$R = \frac{K_6}{K}, \quad (3)$$

где K_6 – число вопросов (2–3) в экзаменационном билете; K – общее (суммарное) число вопросов во всех билетах по дисциплине (объем генеральной выборки).

Можно использовать и другой подход при подсчете R , а именно:

$$R = \frac{t_3}{T_6}, \quad (4)$$

где t_3 – норматив времени (0,5 часа вне зависимости (!?) от величины T_d) на экзамен на одного студента.

Оба указанных подхода дают близкие и чрезвычайно низкие оценки R – на уровне 0,02–0,05, т. е. 2–5 % (!), и это является своеобразной и очень большой платой за высокую производительность труда преподавателя-лектора в ГСО. Более того, низкая производительность труда преподавателя-экзаменатора накладывает серьезные ограничения на число N , т. е. на развитие самого ГСО. Действительно, можно определить то достаточно скромное (несколько десятков) критическое число $N_{\text{кр}}$, выше которого преподаватель высокой квалификации более половины своего рабочего времени вынужден отводить на рутинную работу в роли экзаменатора:

$$N_{\text{кр}} = \frac{T_d}{t_3} = \frac{1}{R}. \quad (5)$$

2. Противоречие между «тонким» квантованием объема знаний у обучающихся и «грубым» квантованием экзаменационных оценок в используемых шкалах оценок (противоречие «квантования»).

Будем считать, что объем знаний Q в группе студентов по конкретной дисциплине к началу экзамена распределен по «нормальному» закону, в котором плотность вероятностей $f(Q)$, математическое ожидание m_Q и среднеквадратическое отклонение связаны соотношением

$$f(Q) = \frac{1}{\sigma_Q \sqrt{2\pi}} \times \exp \left[-\frac{(Q - m_Q)^2}{2\sigma_Q^2} \right], \quad (6)$$

представленном на рис. 2 в виде колоколообразной кривой $f(Q)$.

На рис. 2 Q_0 , Q_n , $Q_{\text{рп}}$ – объемы знаний научного общества, преподавателя и планируемый в рабочей

программе соответственно. Объем знаний Q представляет собой дискретную величину с «мелкими» (тонкими) «квантами» знаний в виде «линков», «степов», «понятий» и приведенных понятий. В ходе изучения той или иной дисциплины студент усваивает множество (десятки и даже сотни) указанных квантов знаний. Между тем в распоряжении преподавателя-экзаменатора имеется та или иная, но весьма «грубо» квантованная шкала оценок:

- «зачет» – «незачет»;
- *пяти, точнее четырех, балльная шкала;*
- десятибалльная шкала.

В Мировой образовательной системе известны и сто-балльные шкалы оценок, однако недавний переход от привычной пятибалльной к десятибалльной шкале вызывал у преподавателей определенные психологические трудности. По мнению автора, число равнозначных вопросов в экзаменационном билете и число оценок в шкале оценок должны соответствовать друг другу, а этого нет даже при использовании пятибалльной шкалы. Отсюда следует стремление экзаменатора задавать «дополнительные» вопросы и его трудности при переходе к десятибалльной шкале.

3. Противоречие между объективно существующими объемами знаний обучающихся и их субъективными оценками экзаменатором (противоречие «субъективности»).

Приняв гипотезу о нормальном законе распределения объема знаний в группе студентов, мы вправе пред-

положить, что распределение их оценок в экзаменационной ведомости должно адекватно соответствовать этому закону. На рис. 2 показана нормированная, т. е. симметричная по отношению к кривой $f(Q)$, четырех-балльная шкала оценок при $m_Q \rightarrow 3,5$ балла и $\sigma_Q \rightarrow 0,5$ балла. Сопоставляя указанную шкалу и кривую $f(Q)$, логично предположить, что числа оценок «неудовлетворительно» и «отлично» должны быть одинаковыми и небольшими, так как малы находящиеся против них площадки под кривой $f(Q)$. Числа оценок «удовлетворительно» и «хорошо» также должны быть равными, но значительными, так как значительна соответствующая им площадь, ограниченная кривой $f(Q)$ между линиями $m_Q - 2\sigma_Q$ и $m_Q + 2\sigma_Q$.

Квалиметрическое противоречие «субъективности» проявляется в том, что распределение оценок между студентами в ведомости не соответствует объективно существующему нормальному закону распределения объема их знаний. Это можно объяснить смещениями шкалы оценок на рис. 2 вправо или влево по отношению к нормированной шкале. Как видно из рис. 2, при смещении шкалы всего на 0,5 балла влево у «мягкого» экзаменатора в ведомости практически исчезают оценки «неудовлетворительно», оценки «хорошо» доминируют, а числа оценок «удовлетворительно» и «отлично» становятся равными. При смещении шкалы оценок вправо также на 0,5 балла у «жесткого» экзаменатора в ведомости исчезают оценки «отлично», оценки «удовлетворительно» доминируют, а числа оценок «неудовлетворительно» и «хорошо» становятся равными. Таким образом, даже при смещении шкалы оценок только на $\pm 0,5$ балла она становится трех-балльной, однако нередко встречаются ведомости, в которых доминируют лишь две или даже одна (!) оценка.

Итак, мы сформулировали и количественно оценили остроту трех взаимосвязанных квалиметрических противоречий ГСО, не позволяющих построить цепи обратных связей в модели на рис. 1, удовлетворяющих современным системным требованиям. В работе [7] сформулирована еще одна группа из трех взаимосвязанных противоречий для прямого канала на рис. 1 – «дискретности», «ассортимента» и «асинхронности», которые целесообразно назвать «когнитивными» противоречиями. Здесь же описан дисциплинарно-блочный принцип обучения (ДБПО) как инновация для их преодоления. И наконец, в этой же работе сформулированы «концептуальные» противоречия ГСО – «усвоения-подачи» и «молчаливости» и описано обучение в парах сменного состава (ОПСС) для их пре-

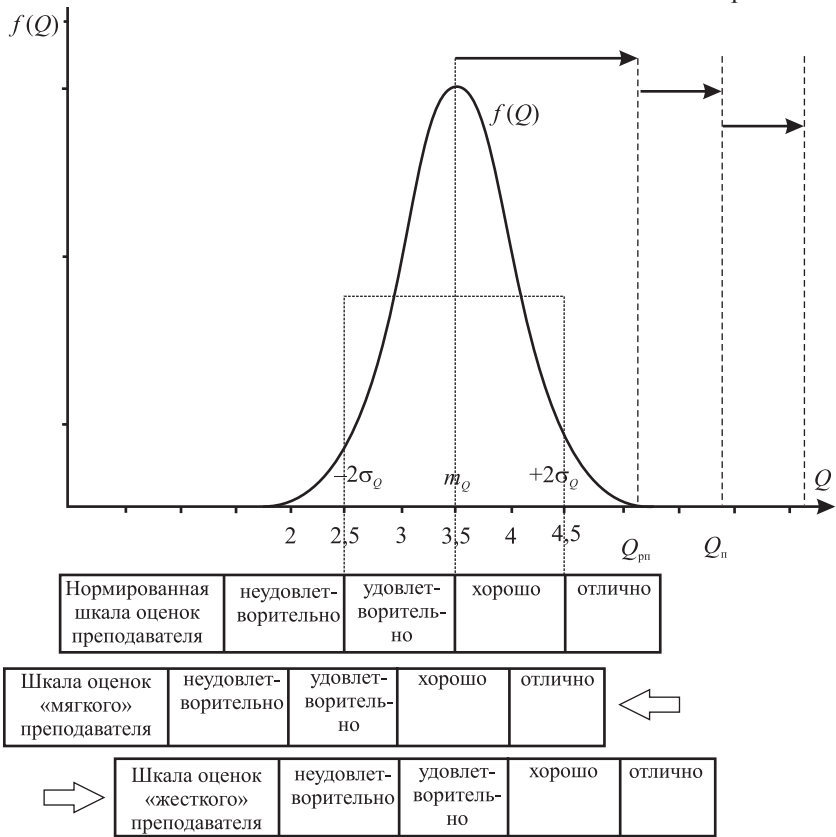


Рис. 2. «Нормальный» закон распределения знаний в группе студентов и шкалы их оценок

одолення. Следует особо подчеркнуть, что как ДБПО, так и ОПСС хорошо вписываются в русло закона «дробления» дидактических систем, который обоснован и сформулирован в [8] .

Дидактические системы, исчерпав возможности развития на некотором (макро-) уровне своей системной организации, переходят на следующий (микро-) уровень путем «дробления» некоторых своих компонентов и (или) взаимодействия между последними во времени и продолжают свое развитие на этом уровне, пока не будут исчерпаны и его возможности.

Не менее важно также отметить две основные концепции использования компьютерной техники при инновационном совершенствовании дидактических систем:

1. Концепция локальных компьютерных инноваций, не затрагивающих устоявшиеся принципы и традиции ГСО, поэтому не способная преодолеть его острые системные противоречия. Так, даже широкомасштабное компьютерное тестирование знаний в рамках традиционных экзаменационных сессий не позволяет преодолеть упомянутую выше группу «когнитивных» противоречий, хотя, конечно, способствует преодолению «квалиметрических» противоречий.

2. Концепция системных компьютерных инноваций, направленная прежде всего на преодоление системных противоречий ГСО, поэтому более перспективная. Так, компьютерное тестирование в сочетании с ОПСС позволяет построить качественно новую дидактическую систему – программированное обучение в парах сменного состава (ПОПСС), которая предложена и описана в [9] и позволяет преодолеть «концептуальные», «когнитивные» и «квалиметрические» противоречия ГСО в рамках отдельного учебного занятия. В свою очередь сочетание ДБПО и ПОПСС позволяет преодолеть все восемь (!) упоминавшихся выше противоречий ГСО при изучении всего семестрового набора дисциплин.

В связи с изложенным рассмотрим далее свойства дидактических систем, реализуемых в рамках указанной концепции системных компьютерных инноваций.

Свойства дидактических систем с компьютерным тестированием. Сущность технических средств контроля (ТСК) знаний состоит в том, чтобы тем или иным способом перейти от индивидуального к групповому способу контроля знаний, увеличить объективность и производительность последнего, т. е. сделать ГСО в полной мере таковым.

Однако только тестирование с использованием ПК дает возможность полностью автоматизировать контроль знаний и подведение его итогов. При этом тестирование позволяет преодолеть все три сформулированные квалиметрические противоречия:

- «производительности» за счет соответствующего выбора числа M высокоскоростных узлов обслуживания тестирующихся и соответствующего выбора числа и трудоемкости тестовых вопросов;

- «квантования» путем многократного по сравнению с традиционным экзаменационным билетом увеличения числа вопросов в тестовом задании (в пределе тестовый вопрос может быть посвящен отдельному «кванту» знаний);

- «субъективности» за счет унификации тестовых вопросов разных преподавателей.

Вместе с тем тестированию пока присущи и серьезные ограничения. Дело в том, что степень познания той или иной дисциплины принято оценивать уровнями – «узнавания» (идентификации), «понимания», «знания», «умения» и «навыков». Если формулировки тестовых вопросов для оценки на уровне «узнавания», «понимания» или «знания» не вызывают особых затруднений, то таковые возникают, начиная с уровня «умения», поскольку уровень «умения» – это способности использовать полученные знания при решении конкретных и достаточно трудоемких задач, что требует значительного времени. Практические (профессиональные) задачи, которые будет решать выпускник вуза, как правило, требуют комплексных умений из некоторой комбинации усвоенных в вузе дисциплин. Своеобразными репетициями этого является выполнение студентами множества курсовых работ и разработка индивидуального дипломного проекта, в котором должны гармонично сочетаться умения из множества дисциплин.

Исходя из этого при современном развитии теории и техники тестирования уместно говорить лишь о контроле на его основе степени усвоения отдельных дисциплин на уровнях узнавания, понимания и знания. Поскольку использование параллельного традиционного контроля на уровнях «умения» и «навыки» представляется организационно неудобным, следует ожидать развития техники тестирования и на этих уровнях. Возможно, тестирование целесообразно будет проводить в два и даже в три этапа, при этом:

- на первом этапе контролируются знания на первых трех уровнях, а тестовые задания должны содержать большое число относительно простых вопросов, чтобы обеспечивалась репрезентативность каждой выборки;

- на втором этапе оцениваются умения – тестовые задания представляют собой наборы небольшого числа (по количеству узловых тем дисциплины) достаточно трудоемких задач, а тестирование становится разновидностью письменной контрольной работы с использованием всех преимуществ компьютерного тестирования – высокой степени автоматизации, объективности и т. д.;

- на третьем этапе оцениваются навыки – набор тестовых задач в выборке еще более сокращается до соответствующих тем дисциплины, но время решения задач становится решающим фактором оценки, так как навыки – это доведенные почти до автоматизма умения.

В образовательной системе Республики Беларусь тестирование использовалось вначале отдельными образовательными учреждениями. С 2006 г. все учреждения образования на прием вступительных экзаменов перешли на тестирование. В Минском институте управления в развитие этого крупного инновационного направления в 2006/2007 учебном году принято решение о приеме экзаменов и зачетов у студентов всех форм обучения также в форме компьютеризированного тестирования. Исчерпывающее экономико-педагогическое обоснование этого проекта дано в работе [10], создан специальный центр контроля знаний, разработано программное обеспечение.

Наблюдаемость образовательных систем. В самом общем виде будем считать, что наблюдаемость образовательной системы состоит в возможности определения той совокупности переменных ее состояния, которая позволяет ею управлять. Подчеркнем, что переменные состояния традиционной образовательной системы – это прежде всего весьма субъективные оценки знание-деятельностных компетенций обучающихся. Компьютерное тестирование на экзаменах традиционных сессий позволяет преодолеть все три квалиметрические противоречия ГСО, что, безусловно, увеличивает наблюдаемость образовательной системы. Однако результаты этой квалиметрии появляются лишь в конце семестра и потому принципиально не могут быть использованы для управления учебным процессом у студентов, уже прошедших сессию, в чем и состоит суть противоречия «асинхронности» в ГСО. ДБПО как инновация для преодоления противоречий дискретности, ассортимента и асинхронности предложен и детально описан в работах [11; 12], поэтому здесь укажем лишь его сущность, которая сводится к следующему:

- *традиционные наборы семестровых дисциплин учебного плана разбиваются, например, на четыре блока;*
- *семестр также разбивается на временные интервалы по числу блоков учебных дисциплин;*
- *на каждом из этих интервалов поочередно изучается свой блок дисциплин с использованием всех форм учебного процесса;*
- *в конце каждого интервала осуществляется контроль знаний студентов по соответствующему блоку дисциплин в виде экзаменов и зачетов.*

Вполне очевидно, что реализация ДБПО позволяет многократно увеличить частоту измерений (экзаменов и зачетов) в модели на рис. 1, что определенно увеличивает наблюдаемость образовательной системы по сравнению с традиционной организацией процесса. Сочетание ДБПО и компьютерного тестирования на экзаменах позволяет в еще большей степени увеличить наблюдаемость системы, преодолеть как когнитивные, так и квалиметрические противоречия ГСО. Дальнейшее увеличение наблюдаемости возможно благодаря использованию тестирования и ПОПСС в рамках каждого учебного занятия. ПОПСС предложен и описан в [9], поэтому здесь изложим лишь его сущность:

- *группа из N студентов на занятии делится произвольно на $N/2$ пары;*
- *каждая из пар работает со своим компьютером, получает фрагмент учебного материала и приступает к его изучению (при этом в каждой паре поощряются обсуждения и дискуссии, что обеспечивает единство мыслеречевой деятельности);*
- *после выработки консолидированного мнения пара тестируется и, в случае успеха, распадается;*
- *из распавшихся пар формируются новые (это обеспечивает полиморфизм общения), они получают очередной фрагмент учебной информации и т. д.*

Нетрудно видеть, что ПОПСС объединяет достоинство ГСО (высокую производительность), ИСО (возможность адаптации), ОПСС (единство мыслеречевой деятельности и полиморфизм общения) и, наконец, программированного обучения (высокую степень автоматизации педагогического труда). Вполне очевидно, что сочетание ДБПО и ПОПСС обеспечивает наибольшую степень наблюдаемости образовательной системы, гармонизирует учебный процесс с фундаментальными свойствами познавательной деятельности каждого обучающегося.

Управляемость образовательных систем. Будем считать, что управляемость образовательной системы заключается в возможности приведения ее в заданное состояние с помощью тех или иных управляющих воздействий. Как следует из модели на рис. 1, управляющие воздействия формируются на основе сравнения компетенций идеального выпускника и реального обучающегося. Исходя из этого очевидно, что результаты квалиметрии в образовательных системах должны упреждать процедуры управления, а они появляются лишь в конце семестра, когда учебный процесс в семестре уже закончился.

Ежедневные занятия по некоторой дисциплине в ДБПО увеличивают управляемость процесса на исполнительном уровне вуза, а экзамены и зачеты между блоками дисциплин увеличивают ее на тактическом и стратегическом уровнях. Более радикальное повышение управляемости достигается при объединении ДБПО и ПОПСС, т. е. при компьютерном тестировании знаний обучающихся на протяжении одного учебного занятия.

Устойчивость образовательных систем. В общем случае можно считать, что устойчивость образовательной системы состоит в ее способности выполнять свою миссию и задачи с требуемым качеством при возникновении различных возмущений, не выходящих за допустимые пределы. ДБПО в сочетании с ПОПСС и компьютерным тестированием в качестве акций контроля знаний существенно улучшает важнейшие системные свойства образовательных систем и, следовательно, повышает их работоспособность, т. е. устойчивость в указанном смысле этого термина.

Степень идеальности обучающегося. Далее оценим эффективность компьютерного тестирования знаний в сравнении с традиционными экзаменами и зачетами, используя следующую математическую компетентностную модель обучающегося [5]:

$$И = \frac{\sum_{i=1}^n 3_i \times \sum_{j=1}^n D_j}{\Phi + B} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 3_i \times \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n D_j}{\Phi + B} = \frac{3 \times D}{\Phi + B}, \quad (4)$$

где И – степень идеальности обучающегося; 3_i – оценка знаниевой компетенции (объема знаний) по i -й дисциплине в семестровом наборе; D_j – оценка j -й деятельностной компетенции; $i = 1, 2 \dots n$ – набор дисциплин в семестре или блоке; $j = 1, 2 \dots m$ – набор оцениваемых деятельностных компетенций; Φ – финансовые затраты на формирование компетенций; B – затраты времени обучающегося.

Прежде всего отметим, что переход на тестирование требует серьезных первичных финансовых затрат – на приобретение компьютерной техники, разработку программного обеспечения, тестовых заданий по дисциплинам и т. д. Эти затраты достаточно быстро окупаются за счет резкого снижения трудозатрат преподавателей на последующую квалиметрию, реализации идей электронной ведомости, электронной зачетки и т. д. Вместе с тем компьютерное тестирование на традиционных сессиях мало влияет на наблюдаемость, управляемость и устойчивость образовательной системы, а следовательно, на знаниевые (З) и деятельностные (Д) компетентности. Однако даже такие локальные компьютерные инновации оправданы, поскольку находятся в русле личностно ориентированного обучения, соответствуют парадигме приоритетности интересов обучающихся. Устный экзамен, по мнению многочисленных исследователей-психологов, – это информационный и коммуникативный стресс, который сопровождается следующими выраженными реакциями [13]:

- психофизиологическими (учащение сердцебиения, тремор рук и коленей, потливость, бледность или покраснение кожи, замедленная реакция, изменение аппетита, дрожание голоса, ухудшение сна, усталость, «сухость» в горле, головокружение и др.);
- когнитивными (ухудшение памяти, трудности запоминания и воспроизведения информации, замешательство, ступор, рассеянность, сбивчивость, трудности сосредоточения внимания и др.);
- эмоциональными (волнение, напряжение, стресс, тревога, страх, неуверенность в себе и своих знаниях, боязнь неуспеха, слезы, желание расплакаться);
- поведенческими (активное общение с сокурсниками или скованность, быстрая речь и др.).

Экзамен в форме компьютерного тестирования менее стрессогенен благодаря следующим факторам:

- процессуально-организационным (достаточные и четкие временные рамки, уединенность в работе, лучшие условия для сосредоточения, возможность пропустить и вернуться к вопросу, исправить ответ и др.);
- субъективно-личностным (влияние общения с преподавателями и сокурсниками);
- специфики вопросов и ответов (нет необходимости тщательного продумывания и формулировки

устного ответа, «просчитывания» вариантов диалога с преподавателем, наличие вариантов ответов);

- особенностей выставления оценки.

Отмеченные преимущества тестирования усиливаются в ДБПО благодаря «дроблению» семестрового набора дисциплин и традиционной экзаменационной сессии на ряд компактных блоков. Сочетание ДБПО, ПОПСС и тестирования, как уже отмечалось выше, позволяет преодолеть все три упоминавшихся группы противоречий ГСО. Это позволяет, в свою очередь, увеличить параметры З и Д модели обучающегося (4), уменьшить Φ и B , что существенно повышает степень его идеальности (И).

Список литературы

1. Кумбс, Ф. Г. Кризис образования в современном мире. Системный анализ / Ф. Г. Кумбс. – М.: Прогресс, 1970. – 293 с.
2. Михалев, А. С. Кризис мировой образовательной системы / А. С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2005. – № 1. – С. 5–14.
3. Михалев, А. С. Синергия, маневренность, сервис, мобильность и кадровый менеджмент в образовательных системах / А. С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2010. – № 3. – С. 3–12.
4. Смирнов, С. Д. Педагогика и психология высшего образования – от деятельности к личности / С. Д. Смирнов. – М.: ИЦ «Академия», 2007. – 394 с.
5. Михалев, А. С. Математическая знание-деятельностная модель специалиста / А. С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2009. – № 4. – С. 5–12.
6. Михалев, А. С. Компетентностная типология инноваций в образовательных системах / А. С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2010. – № 1. – С. 23–33.
7. Михалев, А. С. Противоречия группового способа обучения и инновации для их преодоления / А. С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2007. – № 1.
8. Михалев, А. С. Закон «дробления» дидактических систем / А. С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2007. – № 4. – С. 3–9.
9. Михалев, А. С. Закон объединения альтернативных дидактических систем / А. С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2007. – № 2. – С. 33–39.
10. Суша, Н. В. Вначале было слово... / Н. В. Суша // МИУ. – 2008. – Т. 1. – С. 305.
11. Михалев, А. С. Дисциплинарно-модульный принцип управления познавательной деятельностью как психологическая основа совершенствования образовательных систем / А. С. Михалев // Белорусский психологический журнал. – 2004. – № 3. – С. 23–29.
12. Михалев, А. С. Традиции и новации дисциплинарно – модульного обучения в системе университетской подготовки / А. С. Михалев, М. Г. Волнистая // Вышэйшая школа. – 2007. – № 6. – С. 19–25.
13. Кучина, З. Б. Психолого-акмеологические особенности совладающего поведения студентов вуза на экзаменах разного типа: автореф. ... канд. психол. наук / З. Б. Кучина. – Кострома, 2010.